

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-133558

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月22日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 9 B 9/00

識別記号

F I

G 0 9 B 9/00

Z

審査請求 未請求 請求項の数1 OL (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平8-286548

(22) 出願日 平成8年(1996)10月29日

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 伊藤 彰敏

愛知県小牧市大字東田中1200番地 三菱重工業株式会社名古屋誘導推進システム製作所内

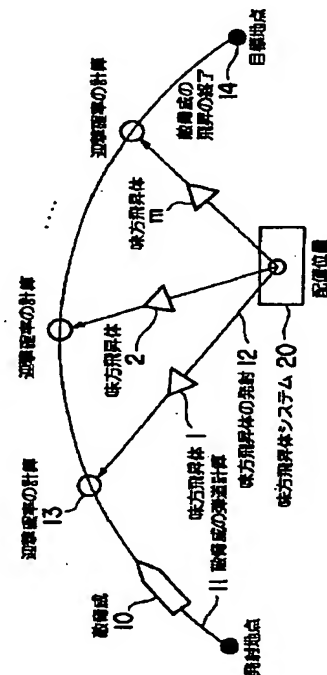
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外3名)

(54) 【発明の名称】 飛昇体システムの総合迎撃確率算出のシミュレーション方法

(57) 【要約】

【課題】本発明は、味方飛昇体システムの敵脅威に対する総合迎撃確率を求めるためのシミュレーションの1試行分の計算を、複数の計算機で並行処理できるようになるシミュレーション方法を提供することを目的とする。

【解決手段】敵脅威10の発射地点と目標地点と味方飛昇体の配備位置を設定し、敵脅威10の弾道飛昇を計算し、敵脅威10が射程圏内に入った時点で、味方飛昇体1を発射し、味方飛昇体1は、敵脅威10の方向に誘導されながら飛昇し、敵脅威10に最も接近した時点の距離に基づき敵脅威10に与えるダメージ(迎撃確率)を計算し、味方飛昇体1の飛昇が終了した後、味方飛昇体システムは、次の味方飛昇体の発射準備完了後直ちに次の飛昇体を発射し、味方飛昇体システムは、敵脅威が射程圏外に出るまで前記処理を繰り返し、敵脅威10が目標地点に達した時点で、敵脅威10の飛昇計算を終了することを特徴とする。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】敵脅威(10)の飛昇と、味方飛昇体システム(20)から発射された複数の味方飛昇体の飛昇をシミュレーションにより計算し、複数の味方飛昇体で敵脅威(10)をどれだけの確率で迎撃できるかを求める方法において、(A)敵脅威(10)の発射地点と目標地点、および味方飛昇体の配備位置を設定し、(B)敵脅威(10)の弾道飛昇を計算し、(C)味方飛昇体システムが敵脅威(10)を発見して、敵脅威(10)が射程圏内に入った時点で、味方飛昇体(1)を発射し、(D)味方飛昇体(1)は、敵脅威(10)の方向に誘導されながら飛昇し、敵脅威(10)に最も接近した時点の距離に基づき敵脅威(10)に与えるダメージ(迎撃確率)を計算し、(E)味方飛昇体(1)の飛昇が終了した後、味方飛昇体システムは、次の味方飛昇体の発射準備完了後直ちに次の飛昇体を発射し、(F)味方飛昇体システムは、敵脅威(10)が射程圏外に出るまで前記(D)と、(E)の処理を繰り返し、(G)敵脅威(10)が目標地点に達した時点で、敵脅威(10)の飛昇計算を終了することを特徴とする飛昇体システムの総合迎撃確率算出のシミュレーション方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、敵脅威の飛昇と、味方飛昇体システムから発射された複数の味方飛昇体の飛昇をシミュレーション計算し、複数の味方飛昇体で敵脅威をどれだけの確率で迎撃できるかを求める方法に関する。

【0002】ここで、敵脅威とは、敵の飛昇体をいい、味方飛昇体システムとは、敵脅威を発見し、敵脅威の迎撃を決定し、敵脅威の迎撃を行うための味方飛昇体の発射を行うシステムをいう。発射された味方飛昇体は、敵脅威の方向に誘導されながら飛昇し、敵脅威を迎撃する。

【0003】

【従来の技術】従来の技術を図14～図15に示す。図14は、従来の飛昇体システム総合迎撃確率計算方法のシミュレーション方法のフロー図(1)。

【0004】図15は、従来の飛昇体システム総合迎撃*

$$S[1] = p_k[1]$$

$$S[n+1] = S[n] + (1 - S[n]) \times p_k[n+1] \quad (2)$$

の2式で定義される数列Sの、S[m]の値となる。

【0012】式(2)の意味は、

(n+1発までの味方飛昇体で迎撃できる確率) = (n発までの味方飛昇体で迎撃できる確率) + (n発までの味方飛昇体で迎撃できなくて、n+1発目の味方飛昇体で初めて迎撃できる確率)

である。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来の技術に

2

*確率計算方法のシミュレーション方法のフロー図(2)

である。飛昇体システムの総合迎撃確率算出シミュレーション方法は、設定されたシミュレーション条件において、味方飛昇体システムが、飛来する敵脅威に対して可能な限り味方飛昇体を発射した場合、どのくらいの確率で敵脅威を迎撃できるかを求める。以下において、味方飛昇体システムが複数の味方飛昇体を発射した場合の敵脅威を迎撃できる確率を総合迎撃確率と呼ぶ。

【0005】味方飛昇体システムの敵脅威に対する総合迎撃確率を求めるために、1発の敵脅威に対してこれを迎撃する1発以上の味方飛昇体が発射される状況のシミュレーション計算を多数回行う。

【0006】その際、発射された全ての味方飛昇体について敵脅威を迎撃できる確率(以下、迎撃確率という)を求めるため、味方飛昇体の迎撃確率計算終了後も敵脅威の飛昇を継続させる。

【0007】このシミュレーション計算において、1発の敵脅威の飛昇を開始してから、全ての発射された味方飛昇体の迎撃確率を求め、総合迎撃確率を算出するまでの計算1回分のことを、以降は「試行」と呼ぶ。

【0008】従来の、飛昇体システムの総合迎撃確率算出シミュレーション方法の動作を図14～図15に基づいて説明する。従来の方法は、図12に示すシミュレーション条件データ①を入力として、総合迎撃確率データ⑤を出力とする。

【0009】まず、シミュレーション条件データを入力し、敵脅威に対し1発目の味方飛昇体を発射し迎撃確率計算を行った後、2発目の味方飛昇体を発射して迎撃確率計算を行うというように、順次味方飛昇体の迎撃確率計算を行う。

【0010】このとき、総合迎撃確率の計算も次のようにして同時に行う。すなわち、全ての試行での総合迎撃確率の計算が終了したら、試行毎の総合迎撃確率を用いて総合迎撃確率データを作成する。

【0011】総合迎撃確率は以下のようにして求める：

(1) 味方飛昇体をm発発射できた場合の総合迎撃確率S[m]は、味方飛昇体i(iは1～mの自然数)の敵脅威に対する迎撃確率を $p_k(i)$ 、nを自然数とすると、

$$(1)$$

は、次のような問題がある。

(1) 飛昇体システム評価方法では、総合迎撃確率を求めるために敵脅威、味方飛昇体の飛昇計算を多数回行う必要があり、

(2) 1試行の計算時に味方飛昇体の敵脅威に対する迎撃確率を逐次的に求める従来の方法では多くの処理時間が必要になる。

本発明は、これらの問題を解決することができる方法を提供することを目的とする。

50

【0014】

【課題を解決するための手段】

(第1の手段) 本発明に係る飛昇体システムの総合迎撃確率算出のシミュレーション方法は、敵脅威の飛昇と、味方飛昇体システムから発射された複数の味方飛昇体の飛昇をシミュレーションにより計算し、複数の味方飛昇体で敵脅威をどれだけの確率で迎撃できるかを求める方法において、(A) 敵脅威の発射地点と目標地点、および、味方飛昇体の配備位置を設定し、(B) 敵脅威の弾道飛昇の計算し、(C) 味方飛昇体システムが敵脅威を発見して、敵脅威が射程圏内に入った時点で、味方飛昇体を発射し、(D) 味方飛昇体は、敵脅威の方向に誘導されながら飛昇し、敵脅威に最も接近した時点の距離に基づき敵脅威に与えるダメージ(迎撃確率)を計算し、(E) 味方飛昇体の飛昇が終了した後、味方飛昇体システムは、次の味方飛昇体の発射準備完了後直ちに次の飛昇体を発射し、(F) 味方飛昇体システムは、敵脅威が射程圏外に出るまで前記(D)と、(E)の処理を繰り返し、(G) 敵脅威が目標地点に達した時点で、敵脅威の飛昇計算を終了することを特徴とする。

【0015】すなわち、本発明方法は、以下の3つの処理を行い、総合迎撃確率を算出するシミュレーションの1試行を分割し、複数の計算機での並行処理を可能にすることにより計算時間を短縮する。

(1) シミュレーション分割処理：1発の敵脅威に対する複数の味方飛昇体の逐次的な迎撃シミュレーションを、独立に実行可能な1発の敵脅威に対する1味方飛昇体の迎撃計算処理に分割する。

(2) シミュレーション実行処理：独立に実行可能な処理に分割されたシミュレーションを、複数の計算機で並行処理する。

(3) 結果統合処理：シミュレーション実行処理(2)で得られた分割されている結果を統合する。

【0016】したがって、次のように作用する。

(1) シミュレーション分割処理部は、シミュレーションの1試行を1味方飛昇体が1発の脅威を迎撃する単位の処理に(以降、単位処理という)に分割する。

【0017】飛昇体システムの総合迎撃率算出シミュレーション方法に用いられる敵脅威・味方飛昇体システムのモデルの以下2つの仮定から、単位処理はそれぞれが独立の事象となり、独立に実行可能である。

a. 敵脅威の経路は、外部の影響を受けない弾道飛昇であり、一定である。

b. 各々の味方飛昇体の発射条件(時刻、位置、方向、角度)は、それ以前の味方飛昇体の迎の結果の影響を受けず一定である

(2) シミュレーション実行処理部は、分散管理機能と分散計算機能を持つ。

【0018】分散管理機能は、分散計算機能が搭載されている複数の計算機に単位処理を割り当て、分散計算機

能を起動し、単位処理を実行させる。そして、分散計算機能で得られた味方飛昇体の迎撃結果を収集する。

【0019】分散計算機能は、分散管理機能から起動され、単位処理を実行する。そして、得られた味方飛昇体の迎撃結果を分散管理機能に送信する。

(3) 結果統合処理部は、単位処理毎に求められた迎撃結果を統合して、味方飛昇体システムの敵脅威に対する総合迎撃確率を求める。

【0020】

【発明の実施の形態】

(第1の実施の形態) 本発明の第1の実施の形態を図1～図13に示す。図1は、本発明の第1の実施の形態に係る方法のシミュレーション対象を示す図。

【0021】図2は、第1の実施の形態に係る方法の流れ(フロー)を示す図。図3は、第1の実施の形態に係るシミュレーション分割処理部のフロー図(1)。

【0022】図4は、第1の実施の形態に係るシミュレーション分割処理部のフロー図(2)。図5は、第1の実施の形態に係るシミュレーション実行処理部の分散管理機能部のフロー図(1)。

【0023】図6は、第1の実施の形態に係るシミュレーション実行処理部の分散管理機能部のフロー図

(2)。図7は、第1の実施の形態に係る結果統合処理部のフロー図(1)。

【0024】図8は、第1の実施の形態に係る結果統合処理部のフロー図(2)。図9は、第1の実施の形態に係る敵脅威の弾道飛昇計算方法を示す図。図10は、第1の実施の形態に係る味方飛昇体の飛昇計算方法を示す図。

【0025】図11は、第1の実施の形態に係る迎撃確率計算方法を示す図。図12は、第1の実施の形態に係るシミュレーション分割処理、シミュレーション実行処理、および結果統合処理に使用するデータの構成を示す図。

【0026】図13は、第1の実施の形態に係る計算機システムと各計算機が行う処理を示す図である。本発明の方法は、図1に示すように敵脅威の飛昇と複数の味方飛昇体の飛昇をシミュレーションによって計算し、複数の味方飛昇体で敵脅威をどれだけの確率で迎撃できるか(総合迎撃確率)を求める方法であり、具体的には以下の(1)から(7)の流れをシミュレーション対象とする。

(1) 敵脅威10の発射地点と目標地点、および味方飛昇体システムの配備位置を設定する。

(2) 敵脅威10の弾道飛昇の計算をする(図1の11参照)。

【0027】その敵脅威の弾道飛昇の計算方法を図9に示す。図9において、*は掛け算をすることを意味する。

(3) 味方飛昇体システムが敵脅威10を発見して、敵

10

20

30

40

50

5

脅威 10 が射程圏内に入った時点で、味方飛昇体 1 を発射する（図 1 の 12 参照）。

(4) 味方飛昇体 1 は、敵脅威 10 の方向に誘導されながら飛昇し、敵脅威に最も接近した時点の距離を基に敵脅威 10 に与えたダメージ（迎撃確率）を計算して飛昇を終了する（図 1 の 13 参照）なお、味方飛昇体の飛昇計算方法を図 10 に示し、迎撃確率計算方法を図 11 に示す。図 10 において、* は掛け算をすることを意味する。

(5) 味方飛昇体の飛昇が終了した後、味方飛昇体システムは、次の味方飛昇体の発射準備完了後直ちに次の飛昇体を発射する。

(6) 味方飛昇体システムは、敵脅威が射程圏外に出るまで (4)、(5) の処理を繰り返す。

(7) 敵脅威 10 が目標地点に達した時点で、敵脅威 10 の飛昇計算を終了する（図 1 の 14 参照）。

【0028】本発明方法で用いるデータは、図 12 に示すように、

①本発明方法のプログラムへの入力となるシミュレーション条件データ、

②本発明方法のプログラムの内部で使用する敵脅威位置データ、

③味方飛昇体発射時刻データ、

④味方飛昇体迎撃確率データ、

⑤本発明方法のプログラムが出力する総合迎撃確率データ

の 5 つである。

【0029】ここで、シミュレーション条件データとは、シミュレーションの条件を設定するデータをいい、敵脅威位置データとは、シミュレーション刻み時間毎の敵脅威の位置のデータをいい、味方飛昇体発射時刻データとは、味方飛昇体番号が発射された時刻のデータをいい、味方飛昇体迎撃確率データとは、1 試行毎の 1 発の味方飛昇体の敵脅威に対する迎撃確率のデータをいい、総合迎撃確率データとは、1 試行毎の味方飛昇体システムの敵脅威に対する総合迎撃確率のデータをいう。

【0030】図 12 に、前記各データの構成内容を示す。次に、本発明方法で行う処理を、図 2 に示す 3 つの部分に分けて説明する。

(1) 第 1 に、シミュレーション分割処理部が、シミュレーション条件データを基に、シミュレーションを単位処理に分割するために必要な敵脅威位置データと味方飛昇体発射時刻データを作成する。

(2) 第 2 に、シミュレーション実行処理部が、シミュレーション条件データ、敵脅威位置データ、味方飛昇体発射時刻データを基に、複数の計算機で単位処理を実行して、味方飛昇体迎撃確率データを作成する。

(3) 第 3 に、結果統合処理部が、単位処理毎に求められた味方飛昇体迎撃確率データを統合して総合迎撃確率データを作成する。

6

【0031】また、本発明の方法が動作する環境は、図 13 のような TCP/IP を用いてデータの送受信が可能である複数の計算機から構成される計算機システムとする。

【0032】計算機の数 n 個とすると、全ての処理部を実行する 1 体の計算機と、シミュレーション実行処理部の分散計算機能のみを実行する $n-1$ 体の計算機から構成される。

【0033】次に、本発明の方法の各処理部の内容を説明する。

(A) 第 1 に、シミュレーション分割処理部を、図 3～図 4 に従い説明する。まず、シミュレーション条件データを入力し、敵脅威位置データの取得を行いながら 1 度試行を行う。

【0034】その際、味方飛昇体発射時刻データを取得する。全ての味方飛昇体発射時刻データを取得し終わったら、敵脅威位置データの取得を終了する。

【0035】その後、敵脅威位置データと、味方飛昇体発射時刻データをシミュレーション実行処理部に渡す。

(B) 第 2 に、シミュレーション実行処理部を説明する。

【0036】シミュレーション実行処理部の機能は、

(1) 複数の計算機での単位処理の実行を管理する分散管理機能と、(2) 分散管理機能から起動されて単位処理を実行する分散計算機能の 2 つに分けられる。

(B1) まず、分散管理機能を図 5 に従い説明する。

【0037】分散管理機能は、単位処理を各計算機に割り当て、割り当てられた計算機の分散計算機能を起動して、分散計算機能に敵脅威 10 の位置データと味方飛昇体の発射時刻データを送信する。

【0038】そして、分散計算機能が作成する味方飛昇体迎撃確率データの受信を待ち、全ての味方飛昇体迎撃確率データを受信し終わった時点で、そのデータを結果結合処理部に渡す。

(B2) 次に、分散計算機能を図 6 に従い説明する。

【0039】分散計算機能は、敵脅威 10 の位置データと味方飛昇体の発射時刻データを分散管理機能から受け取り、この 2 つのデータとシミュレーション条件データを基に味方飛昇体迎撃確率データを計算して、分散管理機能に送信する。

(C) 第 3 に、結果統合処理部を図 7～図 8 に基づき説明する。

【0040】結果統合処理部は、シミュレーション実行処理部から受け取った味方飛昇体迎撃確率データを基に、総合迎撃確率を求めるための数列を計算して総合迎撃確率データを作成する。本発明の方法を、図 13 の計算機システムで実行した場合、シミュレーションを複数の計算機を用いて並行処理することが可能になる。

【0041】

【発明の効果】本発明は前述のように構成されているの

7

で、以下に記載するような効果を奏する。(1) (2) そのため、シミュレーションに必要な時間を減少させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態に係る方法のシミュレーション対象を示す図。

【図 2】第 1 の実施の形態に係る方法の流れ (フロー) を示す図。

【図 3】第 1 の実施の形態に係るシミュレーション分割処理部のフロー図 (1)。

【図 4】第 1 の実施の形態に係るシミュレーション分割処理部のフロー図 (2)。

【図 5】第 1 の実施の形態に係るシミュレーション実行処理部の分散管理機能部のフロー図 (1)。

【図 6】第 1 の実施の形態に係るシミュレーション実行処理部の分散管理機能部のフロー図 (2)。

【図 7】第 1 の実施の形態に係る結果統合処理部のフロー図 (1)。

【図 8】第 1 の実施の形態に係る結果統合処理部のフロー図 (2)。

【図 9】第 1 の実施の形態に係る敵脅威の弾道飛昇計算方法を示す図。

【図 10】第 1 の実施の形態に係る味方飛昇体の飛昇計算方法を示す図。

【図 11】第 1 の実施の形態に係る迎撃確率計算方法を示す図。

8

* 【図 12】第 1 の実施の形態に係るシミュレーション分割処理、シミュレーション実行処理、結果統合処理に使用するデータの構成を示す図。

【図 13】第 1 の実施の形態に係る計算機システムと各計算機が行う処理を示す図。

【図 14】従来の飛昇体システム総合迎撃確率計算方法のシミュレーション方法のフロー図 (1)。

【図 15】従来の飛昇体システム総合迎撃確率計算方法のシミュレーション方法のフロー図 (2)。

10 【符号の説明】

1…味方飛昇体

2…味方飛昇体

10…敵脅威

11…敵脅威の弾道計算

12…味方飛昇体の発射

13…迎撃確率の計算 (敵脅威に与えたダメージの計算)

14…敵脅威の飛昇の終了

20…味方飛昇体システム

20 m…味方飛昇体番号用カウンタ

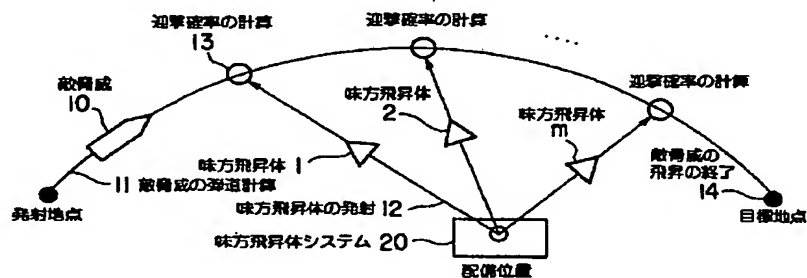
n…計算機番号用カウンタ (シミュレーションの試行番号用カウンタ)

$p_k(i)$ …味方飛昇体 i の迎撃確率

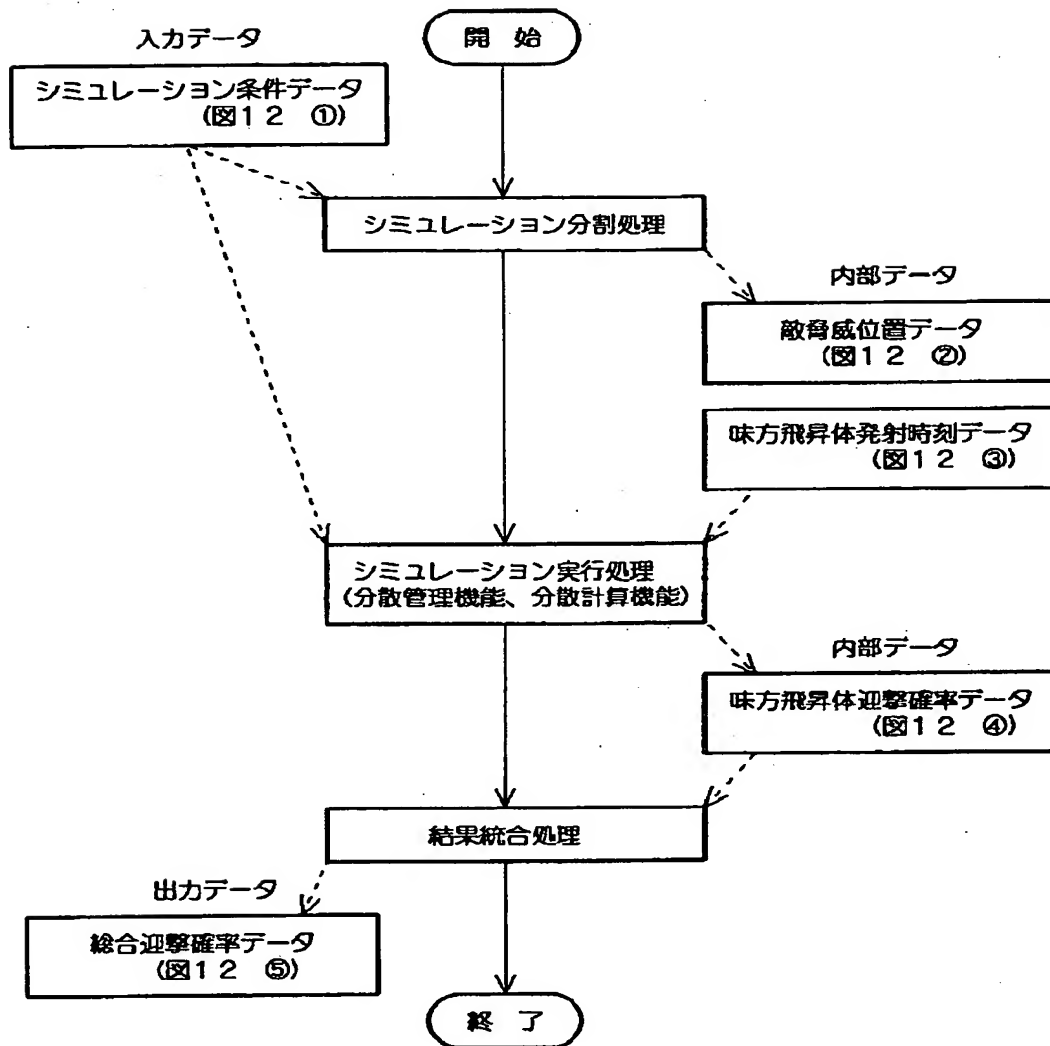
$S[m]$ …味方飛昇体を m 発発射できた場合の総合迎撃確率

*

【図 1】



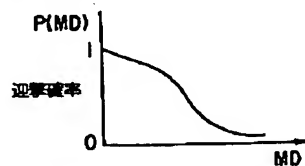
【図2】



【図11】

迎撃確率算出法

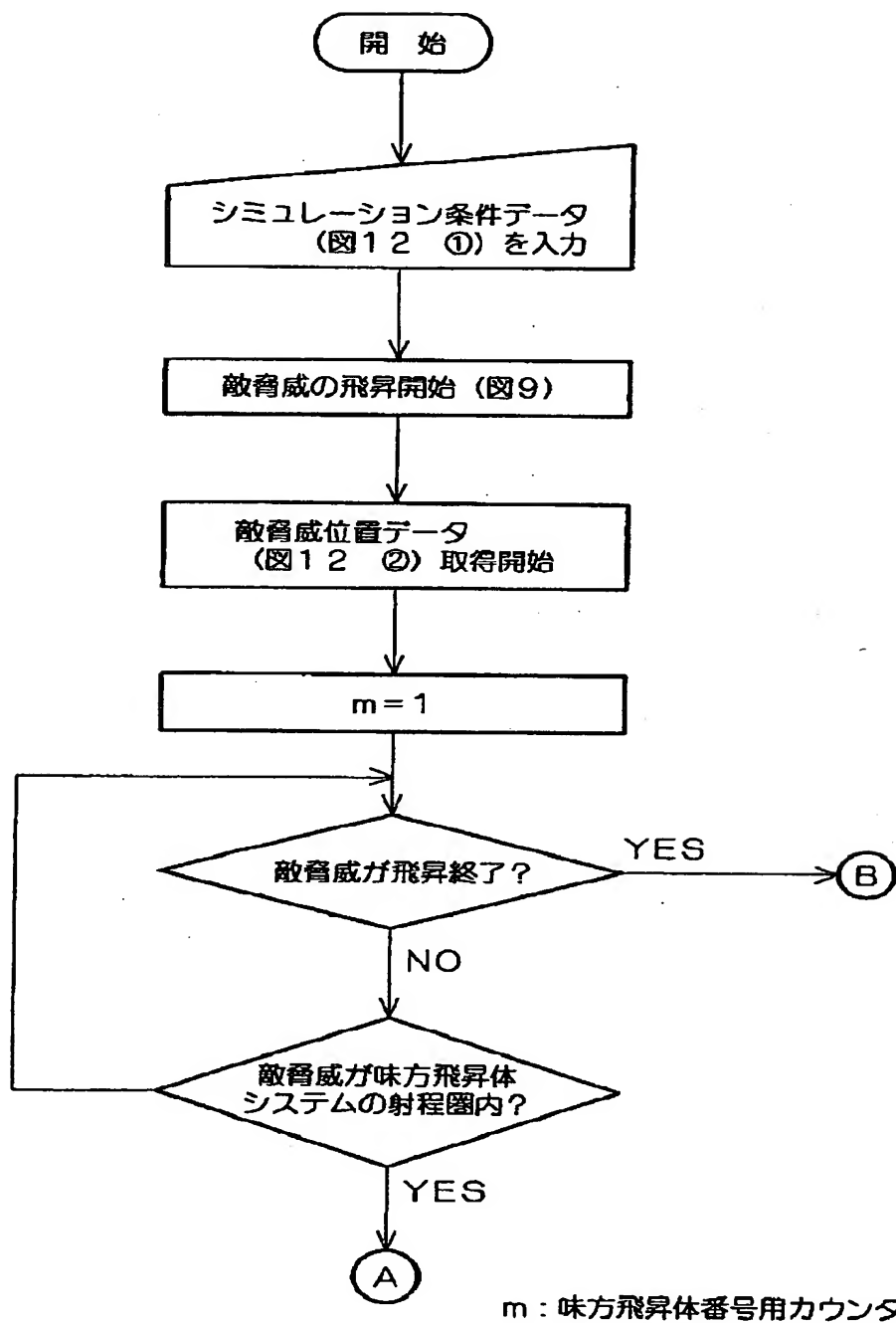
迎撃確率は、「敵脅威・味方飛昇体の最接近時の相対距離から迎撃確率への関数」(下図)として与えられているデータから求める



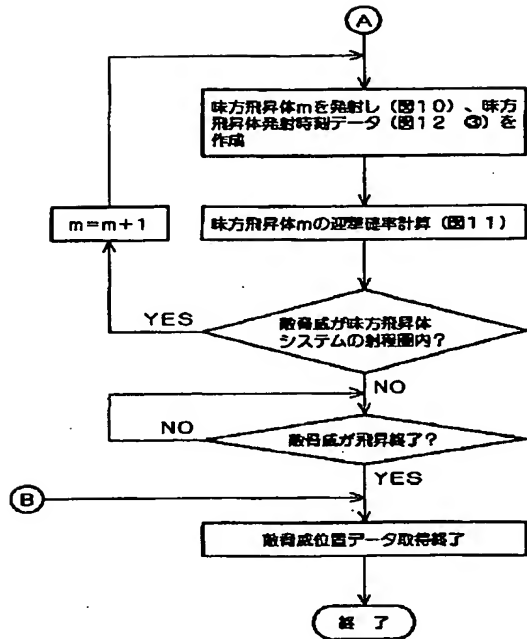
上のグラフは、敵脅威・味方飛昇体の最接近時の相対距離 MD 、「敵脅威・味方飛昇体の最接近時の相対距離から迎撃確率への関数」を $P(MD)$ としてグラフにしたものである。

$P(MD)$ は、シミュレーション条件データ(図12①)として入力する。

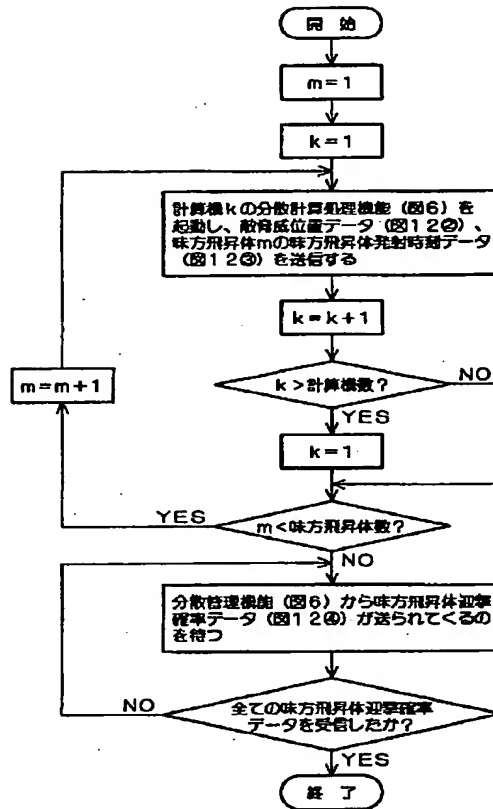
【図3】



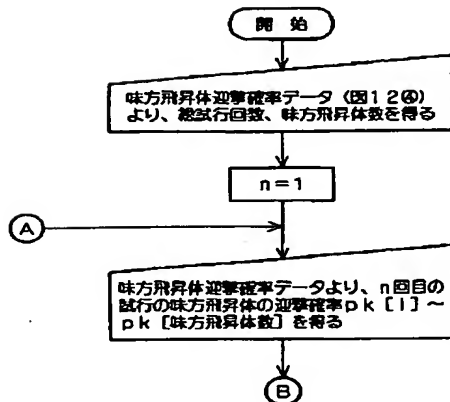
【図4】



【図5】



【図7】



m: 味方飛昇体番号用カウンタ
n: シミュレーションの試行番号用カウンタ

【図9】

敵脅威の弾道飛昇計算方法

敵脅威の飛昇データとしては、時刻tの位置ベクトル $P_t(t)$ を次式によって求め、シミュレーションに用いる

$$P_t(t) = P_t(t-1) + V_t(t-1) * dt_t$$

ただし、

- (i) $V_t(t)$ は、時刻tの速度ベクトルであり、
 $V_t(t) = V_t(t-1) + \{Th_t(t-1) / M_t + gr\} * dt_t$
- (ii) dt_t は、敵脅威計算時刻間
- (iii) gr は、重力ベクトル (大きさは1G、方向は地球中心方向)
- (iv) M_t は、敵脅威質量
- (v) $Th_t(t)$ は、時刻tの推力ベクトルであり、
「飛昇時刻から推力ベクトルへの関数」として与えられているデータから求める

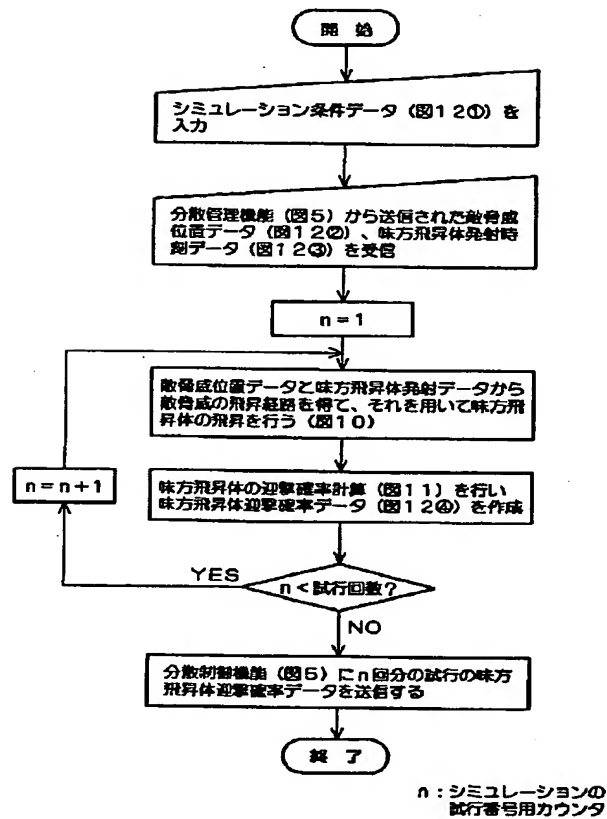
初期値は次の通り、

$$V_t(0) = 0$$

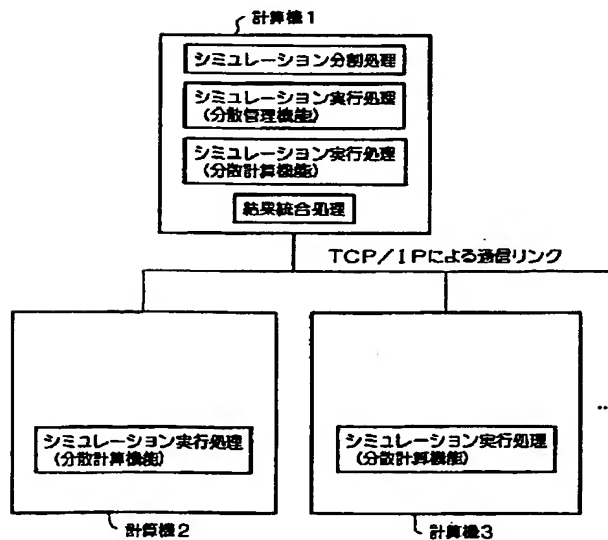
$$P_t(0) = \text{発射地点の位置ベクトル } Ps_t$$

なお、 Ps_t 、 dt_t 、 M_t 、「飛昇時刻から推力ベクトルへの関数」は、シミュレーション条件データ (図12④) として入力する。

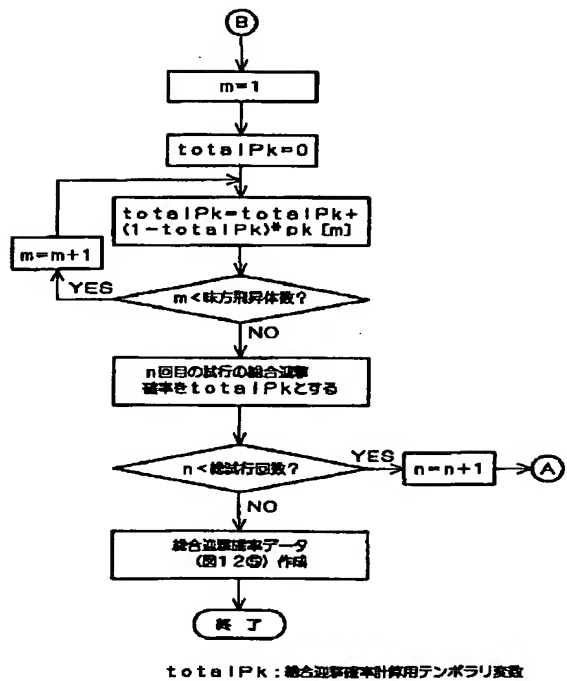
【図6】



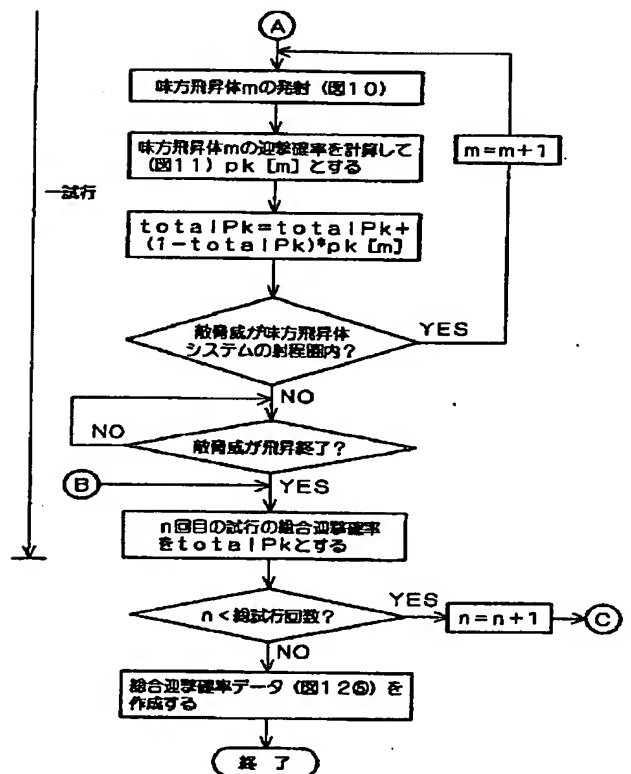
【図13】



【図8】



【図15】



【図10】

味方飛昇体の飛昇計算方法

味方飛昇体の飛昇データとしては、時刻 t の位置ベクトル $P_m(t)$ を次式によって求め、シミュレーションに用いる

$$P_m(t) = P_m(t-1) + V_m(t-1) * dt_m$$

ただし、

- (i) $V_m(t)$ は、時刻 t の速度ベクトルであり、

$$V_m(t) = V_m(t-1) + \{Th_m(t-1) / M_m + gr + gu(t-1)\} * dt_m$$
- (ii) dt_m は、味方飛昇体計算刻み時間
- (iii) gr は、重力ベクトル (大きさ $1G$ 、方向は地球中心方向)
- (iv) M_m は、味方飛昇体質量
- (v) $Th_m(t)$ は、時刻 t の推力ベクトルであり、
「飛昇時間から推力ベクトルへの関数」として与えられているデータから求める
- (vi) $gu(t)$ は、誘導ベクトルであり、味方飛昇体の誘導の度合いを表す項であり、以下の方法により求める

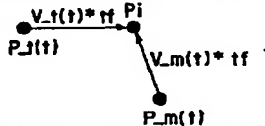
$$gu(t) = a * \{ (P_I - P_m(t)) / |P_I - P_m(t)| - V_m(t) / |V_m(t)| + e \}$$

e : 誘導誤差ベクトル

ベクトルの大きさ : 誘導誤差の大きさ E (入力値)
ベクトルの方向 : 刻み時間毎に乱数を発生させ決定する

P_I : 予想迎撃位置ベクトル

時刻 t の敵脅威の位置ベクトルを $P_t(t)$ 、速度ベクトルを $V_t(t)$ とすると、 $P_t(t) + V_t(t) * tf = P_m(t) + V_m(t) * tf$ となるような tf の値を求め、 $P_I = P_t(t) + V_t(t) * tf$ とする。
ただし、 tf が求められないときは $P_I = P_t(t)$ とする。



a : 誘導係数

誘導の強さを決定する値で、大きいほど敵脅威の方向に誘導される

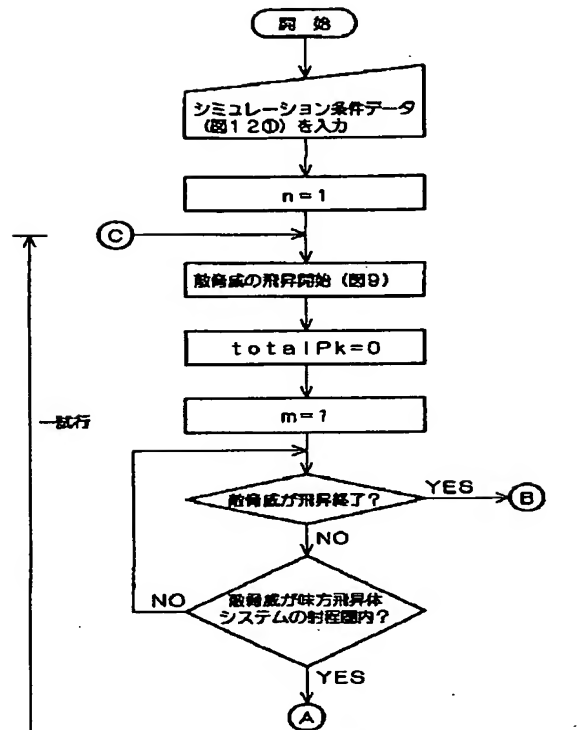
初期値は次の通り、

$$V_m(0) = 0$$

$$P_m(0) = \text{配備位置の位置ベクトル } Ps_m$$

なお、 Ps_m 、 dt_m 、 M_m 、「飛昇時間から推力ベクトルへの関数」、 E 、 a は、シミュレーション条件データ (図12①) として入力する。

【図14】

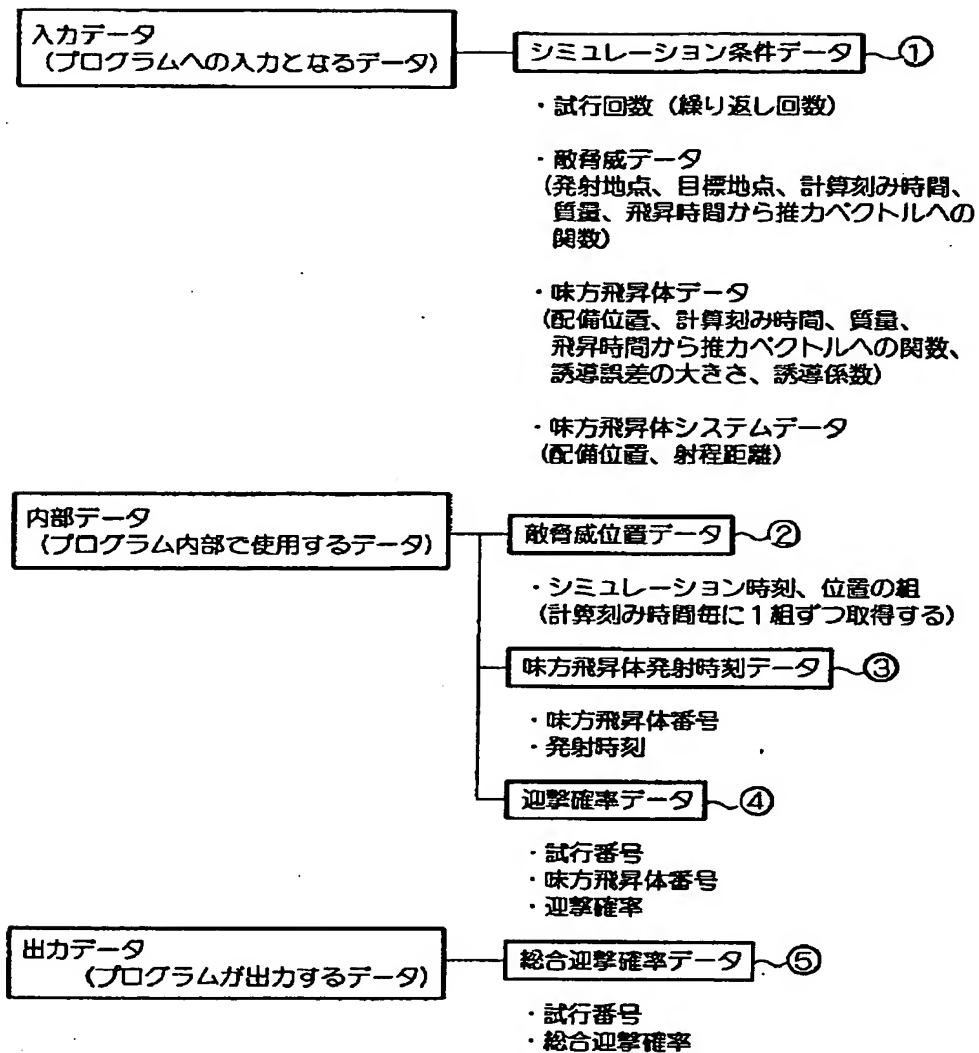


n : シミュレーションの試行番号用カウンタ

m : 味方飛昇体の番号用カウンタ

$totalPk$: 総合迎撃率計算用テンポラリ変数

【図12】



THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.